I 33521. 73/1. 889
Lane Medical Library
1887

Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der quergestreiften Muskelfasern unter besonderer Berücksichtigung der Karyokinese.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der medicinischen Facultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Sonnabend, den 12. März 1887, Mittags 12 Uhr

öffentlich vertheidigen wird

Leonhard Leven

aus Crefeld.

Referent: Herr Geh.-Rath Prof. Dr. **Ackermann.**

Opponenten:

Herr **F. Schmieder,** prakt. Arzt.
Herr **W. Böwing,** cand. med.

Halle a. S,
Hof-Buchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.
1887.

Imprimatur

Dr. **Ackermann**

h. t. Decanus.

Seinen theuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153713_0020

Zwei Gesichtspunkte sind es, welche in neuerer Zeit das Studium der Regenerationsvorgänge wieder in lebhafteren Fluss gebracht haben: die sich immer mehr befestigende Anschauung, dass die Neubildung eines jeden Gewebes von einem ihm gleichartigen ausgehe, eine Matrix desselben Gewebes zur Grundlage setze, und die Karyokinese. Zu der ersterwähnten Ueberzeugung war man schon länger gekommen bei der steten, lange Zeit fortgesetzten Beobachtung der Entwicklungsvorgänge, wie sie die Vervollkommnung unserer Technik ermöglichte; die Kerntheilung ist als das werthvollste und sicherste Mittel anzusehen, einerseits die Thatsache festzustellen und andererseits über d. Art d. Bildung einen genauen Aufschluss zu gewinnen. Dementsprechend war es der Zweck der vorliegenden Untersuchungen, zunächst das Vorkommen von indirekten Kerntheilungen beim Muskelgewebe nachzuweisen und, waren eine solche vorhanden, unter ihrer Leitung die Art des Regenerationsprocesses festzustellen.

Obschon wir in unsern Betrachtungen von der einmal gewonnenen Basis der Regeneration vom Muttergewebe aus anfangen könnten, halte ich es dennoch für angemessen, einen kurzen Rückblick auf die Forschungen und Anschauungen über die Neubildungsfähigkeit des Muskelgewebes zu werfen, da dieselben ganz besonders geeignet sind, uns überhaupt die Entwicklung unserer histogenetischen Anschauungen vor Augen zu führen.

Wir können die grosse Zahl der Beobachter vortheilhaft in drei Gruppen eintheilen: Die der ersten Gruppe angehörigen bestreiten eine Regeneration von Muskelgewebe überhaupt; die zweite hat die Neubildung echter, wahrer Muskelfasern angenommen, lässt sie aber von andersartigen

Geweben ausgehen, während endlich die letzte das Vorhandensein einer gleichartigen Matrix für unumgänglich nothwendig betrachtet.

Zeitlich erstreckt sich die Herrschaft der Ansicht, dass der Muskel einer Regeneration nicht fähig sei, von dem Beginn derartiger Forschungen bis in die Mitte unseres Jahrhunderts hinein; ja, vereinzelte Stimmen und Zweifel an den neueren Beobachtungen, welche die althergebrachte Lehre umstiessen, wurden noch bis in die jüngste Zeit, bis zum Jahre 1878, laut.

Die ersten ausgebreiteteren Discussionen über den vorliegenden Gegenstand wurden in Frankreich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts geführt; sie schlossen sich den Beobachtungen über die Vorgänge bei der Wundheilung an. Die damalige Gewohnheit in der Wissenschaft, welche diese besonders in Frankreich tyrannisierte, sich aprioristischen philosophischen Spekulationen hinzugeben und die nur oberflächlich beobachteten Thatsachen diesen anzupassen, brachten es zu wege, dass eine grosse dortige Schule die These aufstellte und verfocht, dass „bei der Heilung von Wunden und Geschwüren wie bei der Regeneration des Fleisches überhaupt keine Neubildung von Gewebe irgend welcher Art vorkäme."

Erklärlich wird die auffällige Thatsache, dass eine solche jeder Beobachtung Hohn sprechende Ansicht von der französischen Akademie als richtig angenommen und proclamiert wurde, wenn man bedenkt, dass sich die Forscherwelt zu jener Zeit im Banne der sogenannten Evolutionstheorie befand. Wachsthum und Entwicklung der organisierten Wesen und speciell des Menschen bestanden nur in der Massenzunahme der bereits praeformierten Theile; der ganze Mensch, das ganze Thier war im Sperma oder Ovulum bereits fertig gebildet und seine ganze Thätigkeit bestand darin, sich vom mikroskopischen zum mehr oder weniger grossen makroskopischen Format auszubilden. Alles war vorhanden, praeformiert, an ein Neoplasma war nicht zu denken, und man brachte auf diese Weise der schönen philosophischen Theorie zu Liebe ein Opfer der Intellegenz, welches der Wichtigkeit

des philosophischen Grundsatzes gegenüber verschwindend klein schien. Wie bedeutende Männer diesen Anschauungen huldigten, ersieht man aus den Namen von Leibnitz, Bonnet und Haller, welch' letzterer mit seinem Satze „nulla est epigenesis" jede Möglichkeit einer Regeneration leugnete. Gegen Ende des vorigen und zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts begann man, besonders durch die Arbeiten C. Fr. Wolff's angeregt, sich von diesen biologischen Anschauungen zu befreien, und auch auf dem Gebiete der Regenerationen begann eine rege Thätigkeit. Von einer Reihe ausgezeichneter Beobachter, wie Huhn, Merkel, Pauli u. a., wurden an Hunden, Katzen, Kaninchen Versuche angestellt, welche in diesen Forschern die Ueberzeugung wachriefen, dass ein neugebildetes bindegewebiges Narbengewebe an die Stelle des defekten Muskels trete. Der Grund dafür, dass sie nur soweit gelangten, lag einmal darin, dass sie das Mikroskop entweder gar nicht oder doch nur sehr wenig benutzten, und dass sie andererseits bei ihren Versuchen zu grosse Wunden und Defekte setzten.

Die zweite Periode, welche eine Regenerationsfähigkeit des Muskelgewebes annimmt, fällt zeitlich zusammen mit dem Beginn einer pathologischen Histologie. Es handelt sich hier in der ersten Zeit nur darum, den Beweis zu erbringen, dass wirkliche neue junge Muskelfasern entstehen; die Frage nach der Herkunft derselben wurde erst ventiliert, als man durch den fortgesetzten Gebrauch des Mikroskopes Entwicklungsreihen aufzusuchen begann, als man eine morphologische Histogenese zu schaffen bemüht war.

Die ersten Zweifel an dem bisherigen Dogma von der Nichtneubildung echter Muskelfasern wurden durch die Beobachtung pathologischer Fälle laut. Wir können über diese Periode kurz hinweggehen; bedeutungsvoll waren in ihr die Arbeiten von Rokitansky*) und Virchow,**) welche

*) Zeitschr. d. Gesellsch. d. Wiener Aerzte. 1849.
**) Virch. Arch. Bd. 7. 1854.

Forscher Geschwülste beschrieben, in denen sie eine Menge junger quergestreifter Muskelfasern gefunden haben wollten.

Die Frage nach der Herkunft der als sicher angenommenen Neubildung wurde zuerst von Zenker*) angeregt. Z. statuiert eine restituierende und eine reconstruierende Neubildung, welche sich dadurch unterscheiden, dass bei der ersteren das Stroma der Muskelfaser, also das interfasciculäre Bindegewebe vor allem, dann Gefässe und Nerven, erhalten bleibt, während bei der letztern Art auch dieses zerfallen ist. Man hat diese Unterscheidung schon seit langem fallen lassen, und ich führe sie nur deshalb an, weil nur durch sie Zenker's Lehre verständlich wird. Indem er nämlich bei den Typhusmuskeln, an denen er seine Untersuchungen anstellte, das Stroma des Primitivbündels bei der Degeneration bestehen bleiben liess, entstand durch eine Proliferation desselben die neue Muskelfaser. Seine Ansicht ist in den Worten enthalten: „Und so zeigt sich denn das Perimysium als die Matrix, das wahre Muttergewebe des Muskels, insofern es nicht nur durch seine Gefässe den ausgebildeten Muskelfasern ihren ernährenden Saft zuführt, sondern zugleich auch immer die zeugende Kraft in sich trägt, um, wenn die alten Fasern zerfallen, sofort durch Zeugung einer neuen Brut das Verlorene zu ersetzen.“**) Von derselben Ansicht gingen von Wittich***) und Deiters†) aus; während Maslowsky††) eine Regeneration von den ausgewanderten Leukocythen aus annahm.

Gewissermassen auf der Grenze zwischen denjenigen, welche noch eine Regeneration von andern Gewebsarten aus annahmen, und denen, welche eine gleichartige Matrix voraussetzten, steht Waldeyer.†††) W. beschrieb zuerst die Muskelzellenschläuche, und obgleich er nun der Meinung ist,

*) Ueber das Verhalten quergestr. Muskeln beim Typhus abdom.
**) l. c. pag. 68.
***) Königsb. Jahrg. 1861. III.
†) Reichert u. Du Bois-Reymonds Arch. 1861.
††) Wiener Wochenschrift. 1868.
†††) Virch. Arch. Bd. 34.

dass es sich bei der Bildung derselben um ein Aufgehen des ganzen Faserinhaltes in eine Zellneubildung handelt, obgleich er ferner anführt, dass sicher der grössere Theil der gewucherten Zellen innerhalb der Sarkolemmaröhre ihren Ursprung nimmt, und also auch eine Wucherung der Muskelkerne vorhanden ist, spricht er doch nur den Zellen des Perimysium internum die Fähigkeit zu, eine Regeneration des Muskelgewebes einzuleiten. Während er also einerseits die Regeneration noch vom Bindegewebe ableitet, nimmt er doch schon eine Proliferation der muskulären Elemente an; wie er diese auffasst, werden wir weiter unten noch zu besprechen haben.

Theils durch die Beobachtung der Muskelzellenschläuche, theils durch die bandartigen Platten und ähnliche Gebilde gelangte nun eine Reihe von Forschern zu der Ueberzeugung, dass die neugebildeten Muskelfasern von den alten ihren Ursprung nehmen. Hierhin gehören Weissmann, Colberg, Buhl, O. Weber, Hoffmann, Peremeschko. Peremeschko*) z. B. präcisiert seine Ansicht dahin, dass „sich aus den Muskelkernen im Innern der alten Muskelfasern neue bilden und sich die alten Fasern durch Längsspaltung in ein Bündel neuer theilt"; auch kommt er zu dem Schlusse, dass die Bildung neuer Fasern auch bei normalen Muskeln vor sich gehe. Hoffmann**) theilt zuerst den Muskelzellen eine aktive Rolle zu; er lässt aus diesen die neuen Muskelspindeln entstehen und zwar „durch Verwachsung mehrerer Bildungszellen". O. Weber ist in Bezug auf die Genese der Muskelzellen derselben Ansicht; er lässt indes die neuen Fasern nicht durch Aneinanderlegen mehrerer solcher Zellen, sondern je aus einer einzigen derselben hervorgehen. Die letzten genauen und sorgfältigen Untersuchungen über den uns beschäftigenden Gegenstand stammen von Kraske,**) welcher in einer grossen Reihe von exakten Versuchen fand, dass „Vermehrung der Kerne, Gruppierung des veränderten Protoplasma's der contractilen Substanz um dieselben, Abspaltung

*) Virch. Arch. Bd. 27. pag. 119.

**) Untersuch. über die Regener. der quergestr. Muskelf. Halle 1878.

der Kerne mit der protoplasmatischen Umhüllung als Muskelzellen von der Substanz der Faser, Auswachsen der einzelnen, meist spindelförmigen Muskelzellen zu jungen, quergestreiften Muskelfasern" die wesentlichen Phasen des Regenerationsprocesses sind, und sein grosses Verdienst ist es, durch Anwendung geeigneter Methoden, bei welchen sich eine stärkere Entzündung und Infiltration des Gewebes vermeiden liess, den Beweis erbracht zu haben, dass von einer Betheiligung des Bindegewebes bei der Regeneration nicht die Rede sein könne.

Dies ist in kurzen Zügen die Uebersicht über die Schicksale der Muskelregeneration. Auf die Ansichten der einzelnen Autoren in speciellen Dingen werde ich bei der Besprechung derselben noch vielfach zurückgreifen.

Experimentiert wurde nur an Kaninchen; nach dem Vorgange von Kraske*) wurden 4 verschiedene Versuchsreihen angestellt und zwar die offene Durchschneidung eines Muskels unter antiseptischen Cautelen (Sterno-mastoideus; Omo-hyoideus), die subcutane Durchschneidung (Intraspinatus), die temporäre Constriction einer Extremität (4—8 Stunden), und endlich die Injektion von concentrierter Carbolsäure in Glycerin mit einer Pravaz'schen Spritze. Benutzt werden im Ganzen 23 Versuchsthiere, es konnten an einem Thiere mehrere Versuche vorgenommen werden. Die betreffenden Parthien wurden von 24—24 Stunden entnommen, so dass ein übersichtliches Bild gewonnen werden konnte.

Was nun die Erfolge der verschiedenen Versuchsarten betrifft, so ist, wie es auch schon Kraske gefunden hat, die Injektion von Carbolsäure bei weitem vorzuziehen. Die Thiere vertragen den Eingriff sehr gut, der Versuch ist ausserordentlich einfach die betroffene Parthie lässt sich rasch und sicher auffinden und, was die Hauptsache ist, der Grad der Entzündung ist hier der geringste. Wir haben vorläufig kein

*) l. c.

anderes Mittel um eine Regeneration in grösserem Massstabe anzuregen, als die Nekrose. Durch diese wird einerseits eine Entzündung, andererseits eine Regeneration hervorgerufen. Es kommt nun bei der Beobachtung der Regenerationsvorgänge hauptsächlich darauf an, die Entzündung im engern Sinne auf ein möglichst geringes Mass zu reducieren. Gerade dies ist bei der Carbolsäure der Fall; die Nekrosierung des Gewebes ist freilich grösser als bei den andern Versuchen, indess lassen sich deren Wirkungen viel rascher ausschalten, wenn man die gänzlich nekrotisirte Parthie, die sich meist schon makroskopisch durch ihr körniges, bröckliges Aussehen kennzeichnet und in Form eines scharf begrenzten Sequesters im Muskelgewebe liegt, unberücksichtigt lässt. Tritt hingegen eine stärkere Entzündung ein, so liegen die ausgewanderten Leukocyten überall im Gewebe zwischen den Fasern und den Produkten der Regeneration zerstreut, sie trüben das Bild und machen es undeutlich.

Was den Verlauf der entzündlichen Vorgänge angeht, so ist derselbe ein rascher. Die Curve steigt schnell an, von dem ersten bis gegen den dritten Tag bleibt sie auf der Höhe, um dann etwas langsamer abzufallen; gegen den zehnten bis zwölften Tag haben sich ihre Spuren fast gänzlich verloren.

Der Herausnahme der afficierten Muskelparthie wurde in der Mehrzahl der Fälle, wie dies von Krafft*) empfohlen worden ist, eine Injektion der gleich zu erwähnenden Flemming'schen Lösung in das lebende Gewebe vorausgeschickt, um die Karyokinesen in loco möglichst zu fixieren.

Die Absicht, von welcher der Autor ausging, bedingte es, dass zu der mikroscopischen Untersuchung Methoden gewählt wurden, welche eine Fixierung und ein rasches Auffinden der Karyomitosen ermöglichten. Es erwies sich hierbei als am besten das von Flemming**) angegebene Verfahren. Die den

*) Beiträge zur path. Anat. u. Physiol. Herausgeg. von Ziegler u. Nauwerk. Heft I.

**) Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. Jahrg. 1884.

Thieren entnommenen Muskelstücke, welche nicht zu dick sein dürfen, kommen unmittelbar nach der parenchymatösen Injektion in ein Gemisch von:

15 Theilen Chromsäure 1 %.
4 „ Osmiumsäure 2 %.
1 „ Eisessig.

verbleiben darin mehrere Tage, werden dann in absolutem Alkohol nachgehärtet und unter Alkohol geschnitten.

Als Nachfärbemittel wurde Safranin benutzt; Gentianaviolett, welches zu dem betreffenden Zwecke von Weigert empfohlen worden ist, lässt seines dunklern Farbentones wegen die Figuren nicht so scharf hervortreten, auch ist nach seiner Anwendung die Entfärbung beim Muskelgewebe nicht so gut ausführbar, es bleibt leichter noch etwas Farbstoff auch in den Fasern zurück.

Flemming empfiehlt eine starke Lösung von Safranin in absolutem Alkohol und lange Einwirkungsdauer, etwa 12—24 Stunden. Es erwiesen sich indess verdünntere Lösungen, wie sie von Pfitzner*) angegeben werden:

Safranin 1,0;
Alcoh. absol. 100,0;
Aq. destill. 200,0;

und eine viel kürzere Einwirkungsdauer (4—8 Stunden) für unsern Zweck geeigneter. Die Entfärbung geschieht in der Weise, dass man die Schnitte zunächst ganz kurze Zeit mit destilliertem Wasser behandelt, aus diesen bringt man sie in salzsäurehaltigen Alkohol (0,5 % 4 cl.), lässt sie darin, bis sie ihre frühere gelbliche Färbung wieder angenommen haben, dann kommen sie in absoluten Alkohol, in Nelkenoel und werden in Damarlack eingeschlossen.

Ist die Entfärbung gut gelungen, so sieht man in dem Präparat sofort die intensiv dunkelroth gefärbten Karyokinetischen Figuren; dieselben drängen sich, nach dem Ausdrucke Flemmings, dem Auge förmlich auf. Die ruhenden Muskelkerne sind ganz blass, sie zeigen gar keine Safranineinwirkung

*) Arch. f. Anat. 1881. Bd. 22.

nur ihre Nucleolen sind dunkelroth gefärbt. Die übrigen Theile des Präparates, die alten und jungen Muskelfasern die bandartigen Platten u. s. w. sind alle ungefärbt; das Protoplasma zeigt die gelbe Farbe der Chromsäure, die Kerne sind ganz blass und heben sich durch ihr helleres Aussehen sehr scharf von der contractilen Substanz ab. Rothgefärbt zeigen sich bei dieser Methode noch die unten zu besprechenden leukocytären Figuren und überhaupt nehmen die Lymphkörperchen, wie auch später noch eingehender besprochen werden wird, Safranin leichter auf und behalten es länger, lassen sich also nicht in demselben Masse entfärben wie die Muskelkerne, ein Umstand, welcher bei diesen Untersuchungen sehr willkommen war. Die ganze Färbung ist von einer solchen Präcision und Feinheit, sie gestattet eine so scharfe Unterscheidung der verschiedenen Gewebselemente, dass anderweitige Färbungen der nicht tingierten Elemente durchaus überflüssig waren.

Das Aufsuchen von Kernteilungsfiguren in dem sich regenerierenden Gewebe war bald erfolgreich und da sich die Mitosen in der ersten Zeit häufig innerhalb des Sarkolemmaschlauches zeigen, so konnte dann von einer Verwechselung mit andern Zellarten keine Rede sein, ganz abgesehen davon dass Proliferationsvorgänge in andern Geweben (Perimysium internum) nur in untergeordnetem Masse in Betracht kamen.

Ich will nun gleich an dieser Stelle das Allgemeine über sämmtliche, namentlich auch über die in bereits entwickelten Muskelzellen auftretenden karyokinetischen Figuren erwähnen und bei der Betrachtung der Regenerationsvorgänge auf ihre Bedeutung für diese eingehen.

Die Kernfiguren finden sich bereits sehr früh in den Muskelfasern und sie werden später so zahlreich, dass man aus ihnen einen Schluss auf eine ausserordentlich grosse Proliferationsfähigkeit der Muskelelemente ziehen darf. Die Art der Kerntheilung ist ganz analog dem von Flemming*) beschriebenen Typus der indirecten Segmentierung.

*) Flemming, Zellsubstanz, Kern und Kerntheilung.

Die Zelltheilung beginnt damit, dass sich die Nucleolen oder besser gesagt, das Chromatin des ruhenden Kernes stark vermehrt: man sieht zunächst die Kernkörperchen zahlreicher werden, die Kernsubstanz bekommt einen leicht rosarothen Schimmer und man sieht hin und wieder leicht tingierte Fäden die einzelnen Körperchen verbinden. Kernmembran und Zellsubstanz zeigen noch keine Veränderungen. Mit der Decomposition der Nucleolen geht nun die Bildung einer exquisiten Fadenfigur Hand in Hand und es entsteht als erste Theilungsphase die Knäuelform. Die Fäden haben eine sehr intensive Färbung angenommen; sie zeigen in ihrem Verlaufe keinerlei sichtbare Regelmässigkeit, sind gewunden und lassen bei starker Vergrösserung (Zeiss. homog. Imm. 1/18 Oc. 2—4) die Pfitzner'sche Körnelung erkennen. Es beginnt schon zu dieser Zeit die Veränderung im Zellkörper: die Kernmembran wird undeutlich oder ist überhaupt nicht mehr wahrnehmbar: dafür drängt sich dem Auge eine die Kernfigur umgebende sehr helle Zone auf, welche eine bedeutende Grösse hat und infolgedessen deutlich hervortritt. Sie ist von allen Beobachtern gesehen und erwähnt worden; Eberth beschrieb sie „als hellen Hof um die Kernfigur" und fasste sie auf als Contour des vergrösserten Kernes. Nach Flemming entsteht sie durch die Auflösung der Kernmembran und die Vermischung der Zellsubstanz mit dem Kernsafte; das Bild lässt sich mit der letztern Annahme gut vereinigen. Der übrige Zellinhalt erscheint matt und fein granuliert; von einer dunklen Aussenschicht, welche Flemming als die helle Zone umgebend beschreibt, war nichts wahrzunehmen.

Auf die Knäuelform folgt beim Typus der indirekten Theilung, welcher bei der sich theilenden Muskelzelle ja deutlich ausgeprägt ist, die Sternfigur, nicht ohne dass mannigfache Uebergänge stets zu finden sind. Zu erkennen sind die dieser Phase angehörigen Theilungsfiguren zunächst an ihrem Wachsthum in die Länge. Während in der Knäuelform die Gestalt der ganzen sich theilenden Masse eine rundliche oder rundovale war, wird sie jetzt eine längsovale, deren

Längendurchmesser doppelt so gross ist wie der der Breite. Während der helle Hof der Zelle unverändert bleibt, nehmen die Fäden einen gewundenen Verlauf an, werden allmählich zu Schleifen umgebogen und man sieht sie in der Längsrichtung neben einander liegend mit ihren freien Schenkeln in die helle Aussenzone hineinragen, die Schleifenwinkel dem Centrum zugekehrt.

Das Längenwachsthum erreicht seinen höchsten Grad in den Anfangsstadien der nun folgenden Metakinese der Fadenfigur; die ihr angehörigen Kerne sind überhaupt durch ihre charakteristische Form am raschesten und leichtesten zu erkennen, wie auch die einzelnen Fäden am feinsten und deutlichsten in dieser Figur hervortreten. Während der ganze sich theilende Kern in die Länge wächst, sieht man, dass die Anhäufung der Schleifen an den beiden Polenden eine sehr dichte wird, während die Mitte sich immer mehr verschmälert und nur wenige Fäden noch aufweist. Dieser Process schreitet immer weiter fort, die Schleifen sammeln sich alle an den Spitzen und zwischen ihnen wird ein Raum frei, der von Flemming als die „Aequatorialplatte" bezeichnet worden ist. Gleichzeitig mit dem Hinaufrücken der Schleifen gegen die Pole zu geht eine Centrierung derselben mit ihren Winkeln gegen diese zu vor sich, während ihre freien Schenkel sich schräg und senkrecht gegen die tonnenförmige Aequatorialplatte kehren. Es entsteht infolge dieser Vorgänge das bekannte zierliche Bild, bei welchem sich die Fäden wie die Finger zweier Hände entgegenstehen. Die Grösse einer solchen metalkinetischen Figur schwankt zwischen 0,010—0,014 mm., während die Figuren der Knäuelform zwischen 0,006—0,010 mm sich bewegen. Die Grösse einer einzelnen Figur bei der Tonnenform beträgt ca. 0,0025 mm.

Was die erwähnte Feinheit der Fäden angeht, welche bei den Figuren dieser Phase auffällt, so lässt sie sich mit der Flemming'schen Annahme, dass die Zahl der chromatischen Schleifen in diesem Stadium durch Längsspaltung doppelt so gross wird und die einzelnen Strahlen daher nur

halb so dick sind wie vorher, gut vereinigen. Der übrige Zellkörper verhält sich wie vorher.

Mit der Anlage der metakinetischen Figur ist die Differenzierung in die beiden Tochterkerne erfolgt; die nun folgenden Stadien der Stern- und Knäuelform dieser zeigen dieselben Verhältnisse wie die Mutterkerne, nur in umgekehrter Reihenfolge. Auf den radiären Bau folgt eine mehr gewundene Fädenanlage, die Knäuelfigur vergrössert sich etwas, so dass sie eine Länge von etwa 0,004—0,006 mm. erreicht, die helle Parthie um die Figur verwischt sich immer mehr, die Kernmembran tritt wieder auf und die Knäuelfigur löst sich in die Figur des ruhenden Kernes auf. Die Détailsvorgänge während dieser Zeit, das Verhalten der achromatischen Figur, der Zellsubstanz, der Kernmembran, der Schleifen u. s. w. konnte an meinen Objekten nicht genauer studiert werden: es wäre dazu eine noch häufigere Widerholung der vorbereitende Versuche und eine noch eingehendere Erforschung der Einzelveränderungen erforderlich gewesen. Wir haben es also, und das ist es ja, worauf es ankommt, bei der Regeneration des Muskelgewebes mit einer Art der Karyokinese zu thun, welche den von Flemming aufgestellten Typus der indirekten Segmentierung vollkommen zeigt.

Untersucht man ein nach der Flemming'schen Methode getärbtes Stück aus dem Muskel eines Kaninchens, welches Tags vorher in diesen eine Injection von Carbol glycerin bekommen hatte, so fällt zunächst schon makroskopisch die Degeneration der unmittelbar von der Aetzwirkung betroffenen Fasern auf. Dieselben sehen dunkelbraun — vor der Färbung in Safranin — aus, sind bröcklig und lassen sich mit dem Mikrotom schlecht oder gar nicht schneiden. Das etwas weiter von der geätzten Zone entfernte Muskelgewebe zeigt noch deutlich die Bündelanordnung, ist resistenter und bleibt im Chrom-Osmium-Essigsäuregemisch heller. Bei der mikroskopischen Untersuchung spielen nun die Entzündungs-

und Degenenerationserscheinungen eine grosse Rolle; sie sind, wenn man sie einmal als solche erkannt hat, sehr charakteristisch dabei aber so mannigfach in ihren Erscheinungsformen, dass eine sichere Unterscheidung von den regeneratorischen Vorgängen ein längeres Studium erfordert. Auf sie soll bei dieser Gelegenheit etwas näher eingegangen werden.

Das geringste Interesse bietet die gänzlich zerstörte Parthie, welche aus einem krümlichen Brei besteht, in dem man hie und da ein kleines Stückchen einer zerfallenen Faser erkennt und der mit einer grossen Menge von meist intensiv rothgefärbten Figuren durchsetzt ist. Dieselben zeigen die verschiedenartigsten Formen, sie erscheinen bald hantel-, bald kreis- oder halbkreis-, hammer- und ambossförmig verschlungen, meist zu zwei oder drei innerhalb eines aus hellem Protoplasma bestehenden Hofes. Ausser ihnen sieht man vielfach rothgefärbte und in der Anordnung ihres Chromatins wie in ihrer Grösse differente Kerne, welche von einer hellen Zellenmasse umgeben sind. Von sonstigen Formelementen ist in diesem Zerfallsbrei nichts aufzufinden, abgesehen von den zuweilen in grössern Ansammlungen sich zeigenden gelblich tingierten Blutscheiben.

Es musste auffallen, dass sich bei der Safraninbehandlung, bei welcher nach der Angabe F l e m m i n g's und anderer nur die in Theilung begriffenen Kerne gefärbt, das übrige hingegen blass erscheinen sollte, in den Präparaten zahlreiche mehr oder weniger intensiv geröthete Figuren fanden, welche weder typische Theilungsformen darstellten, noch in den Muskelfasern lagen. Die Annahme, dass er sich bei diesen Zellen um die jedenfalls in den Präparaten vorhandenen Leukocyten handeln könne, machte die Untersuchung einer Lymphdrüse wünschenswerth, um so mehr, als sich diese Figuren häufig neben deutlich noch als solche kenntlichen weissen Blutkörperchen fanden.

Es wurde zu diesem Zwecke eine Drüse dem Mesenterium eines Kaninchens entnommen, welches durch mehrfache voraufgehende Injektionen und Operationen abgemagert und anämisch war. Die Untersuchung erwies sich als nothwendig

besonders für die ersten Tage der Regenerationsvorgänge, wo einerseits die Entzündungserscheinungen am intensivsten auftreten andererseits die Muskelkerne ihre Eigenschaften, auf Grund deren eine Unterscheiduug beider Zellarten leichter möglich ist, noch nicht so deutlich zeigen, da Muskelzellen ganz fehlen. Die erwähnten Figuren, um welche es sich handelt, unterscheiden sich von dem Bilde eines exquisiten Muskelkernes auf den ersten Blick. Während die Muskelkerne viel grösser, viel feiner differenziert, mit einem hellen Hofe umgeben oft inmitten einer Muskelfaser liegend sich zeigten, fanden sich die zu deutenden Figuren meist zwischen den degenerierten Fasern oder im Perimysium in den oben erwähnten mannigfaltigen Formen; ihre ganze Substanz war gleichmässig intensiv gefärbt ohne jede sichtbare Spur einer achromatischen Masse, ohne jede Körnelung und Segmentierung.

Die von Krafft in seinem „Beitrag zur Histogenese des periostalen Callus“ *) gegebenen Abbildungen von „Kernfiguren der Leukocyten“ zeigten mit den von mir beobachteten Bildern die grösste Aehnlichkeit. Arnold**) hat sie zuerst als solche erkannt und beschrieben. Es untersuchte das Mark junger Kaninchen und Meerschweinchen und dasjenige ausgewachsener Thiere, welche anaemisch gemacht und erhalten wurden. Bei der Beobachtung der im Knochenmarke enthaltenen Riesenzellen kam Arnold zu der Ansicht, dass diese sich in den meisten Fällen durch indirekte Kerntheilung nach dem „Typus der Fragmentierung entwickeln. Späterhin untersuchte Arnold Blut, Milz und Knochenmark Leukaemischer und fand, dass „sich die Bildung weisser Blutkörperchen nach dem Typus der indirekten Fragmentierung, wahrscheinlich auch nach dem der direkten Fragmentierung vollzieht.“ ***)

---

*) Beiträge zur pathol. Anatomie und Physiologie von Ziegler u. Nauwerk. Hett I.

**) Beobachtungen über Kerne und Kerntheilungen in den Zellen des Knochenmarkes. Virch. Arch. Bd. 93 u. 97.

***) Virch. Arch. Bd. 97. pag. 123.

Auf die Détails der Untersuchung einzugehen, ist nicht der Ort; es konnte darüber kein Zweifel bestehen, dass jene obenerwähnten Figuren mit den Arnold'schen*) identisch waren. Ob sie nun als Kerntheilungs — id est zur Neubildung — in Beziehung stehende Elemente, oder ob sie, wie Krafft**) und andere es wollen, als Formen eines degenerativen Processes aufzufassen sind, dies zu entscheiden, muss einer eingehenderen Untersuchung überlassen bleiben. Ihren Polymorphisums, welcher den Beobachter zunächst an den unregelmässigen Zellzerfall bei degenerativen Processen denken lässt, erklärt Arnold durch seine Definition der indirekten Fragmentierung, bei welcher „eine Abschnürung der Kerne an beliebigen Stellen in zwei oder mehrere gleiche, häufiger ungleiche Kernabschnitte erfolgt, die sich nicht durch regelmässige Theilungsflächen abgrenzen.“ ***) Sicher lässt sich konstatieren, dass eine immerhin geringe Anzahl von Figuren weitaus am häufigsten vorkommt; ihre Grösse schwankt zwischen 0,004—0,006 mm.

In der untersuchten Drüse selbst fanden sich die lenkocytären Figuren in einzelnen, aber in Hinsicht auf die grosse Zahl der vorhandenen äusserst wenigen Kernen. Diese letztern zeigten sich in Grösse, Färbung und Anordnung ihrer chromatischen Substanz sehr verschieden. Was das für die Untersuchung bedeutsamste, die Färbung anbetrifft, so ergab sich, dass bei der gleichen Färbungsmethode, Dauer und Intensität der bei weitem grösste Theil der Kerne eine freilich in ihrem Grade verschiedene, aber zur Unterscheidung von den gänzlich ungefärbten Muskelkernen ausreichende deutliche Tinction aufwiesen.

Dass sich die Arnold'schen Kerntheilungsfiguren in den von mir untersuchten Muskelstücken bei weitem häufiger vorfanden, — sie machten daselbt wohl ein Drittel aller vorhandenen Wanderzellen aus, — erklärt sich aus der

*) ibid. Tafel IV.
**) l. c.
***) Virch Arch. Bd. 93. pag. 33.

durch die Entzündung wahrscheinlich bedingten stärkeren Proliferation, welcher sich ja eventuell auch ein stärkerer Zerfall anschliesen würde. Schliesslich kann ich noch die Angabe Krafft's bestätigen, dass sich die von Arnold beschriebenen doldenförmigen Figuren nicht vorfanden.

Zenker statuiert in seinem bekannten Werke „über das Verhalten der willkürlichen Muskeln beim Typhus abdominalis" zwei Arten der Degeneration, die körnige und die wachsartige. Fasern, welche diesen Formen anheimgefallen sind, lassen sich in jedem Präparate auffinden und ich brauche in Bezug auf sie nur auf die Zenker'sche Beschreibung hinzuweisen. Bei der ersten Form spricht Z. nicht von dem Verhalten der Kerne; ich habe sie bei ihr nicht auffinden können; Fettkörnchen waren ebenfalls fast nie vorhanden.

Gleichfall ausgezeichnet durch den vollständigen Mangel an Kernen ist diejenige Form der Degeneration, welche von Kraske*) beschrieben wurde. Die von ihr betrofienen Fasern sind meist etwas verschmälert, ihre Färbung ist eine sehr helle, das Protoplasma zeigt keinerlei Abnormitäten, weder Trübungen noch wachsartigen Glanz, weder Zerreissungen noch Zerklüftungen, weder Längsstreifung noch Fibrillierung. Die Querstreifung tritt ausserordentlich scharf hervor, schärfer als bei normalen Fasern, die einzelnen Streifen sind sehr breit, das Sarkolemm. ist vollkommen intakt und als wichtigste und auffallendste Erscheinung von allen fehlt jede Spur von Kernen.

Kraske erklärt dies Verhalten der Muskelfasern damit, „dass dieselben durch das Aetzmittel so alteriert wurden, dass sie noch nachträglich dem Tode anheimfielen." Es ist mit dieser Erklärung nichts gewonnen; dass ein Schwund der Kerne auf eine Nekrose hindeutet, ist ganz gewiss anzunehmen, bemerkenswerth erscheint indess, dass der Kerntod als Primärerscheinung zu einer Zeit auftritt, wo die contractile Substanz noch keine oder doch nur sehr geringfügige Veränderungen zeigt.

*) l. c.

Endlich sieht man noch häufig Fasern, meist ohne deutliche Begrenzung, etwas verbreitert, mit getrübtem Protoplasma und in ihnen grössere und kleinere Ansammlungen von Fibrillen, welche in den verschiedensten Richtungen die contractile Substanz durchsetzen; bald sich kreuzend, bald nach oben gekrümmt und mit ihren Spitzen über dem Niveau der übrigen Fasernsubstanz liegend, bieten sie das Bild von durch Ansammlung feinster Körnchen bedingten unregelmässigen Reihen dar; die Kerne sind fast stets noch sichtbar. Schliesslich sieht man entsprechend der Breite einer Querstreifung die Muskelsubstanz sich loslösen, so dass also die Muskelfaser in eine halb so grosse Zahl von Querfibrillen zerfällt, als Querstreifen vorhanden waren. Mit der Loslösung dieser Parthieen schwindet natürlich die Querstreifung, während sie an den übrigen Stellen der Faser noch vorhanden sein kann. Das Bild entspricht demnach ganz und gar den Veränderungen, welche bei der durch Salzsäure bedingten Herstellung der Bowman'schen Dises eintreten.

Was nun die regeneratorischen Veränderungen nach 24 Stunden angeht, so sind dieselben dann schon in ziemlich hohem Masse ausgesprochen. Der Grad ist an verschiedenen Stellen sehr verschieden und es lässt sich im allgemeinen in Bezug auf den Ort konstatiren, dass die am meisten geschützten, d. h. nicht in unmittelbarer Nähe der verschorften Parthie gelegenen Elemente die grösste Proliferation zeigen; eine progressive Zunahme in peripherischer Richtung ist natürlich nicht vorhanden und es herrscht in der im allgemeinen in deutlicher Regeneration begriffenen Parthie eine gewisse scheinbare Willkür.

Die überaus grössere Zahl der bei der Vermehrung betheiligten Fasern zeigt ein gleiches Aussehen. Die Färbung der contractilen Substanz weist ein gleichmässiges ziemlich tiefes und gesättigtes Gelb auf, welches von den regelmässigen, etwas verfeinerten und verschmälerten dunkleren Querstreifen scharf absticht. Diese meist ganz gerade schneidend und nur hin und wieder leicht wellig gebogen ziehen sich durch

die Faser feine Längsstreifen, so dass vielfach das überaus zierliche Bild einer exquisiten Doppelstreifung entsteht. Das Protoplasma zeigt keine deutliche Veränderung; von einer Trübung desselben ist nichts zu bemerken, ebensowenig von einer Differenzierung um die Kerne herum. Das Sarkolemm ist deutlich erhalten, es zeigt keine Knickungen, keine welligen Einbiegungen. Das für die Regeneration charakteristische ist die Vermehrung der Kerne. Dieselben liegen meist dicht am Sarkolemm, zeigen eine bald mehr spindelförmige, langgestreckte, bald mehr rundlich-ovale Form und sind im letztern Falle auch gewöhnlich etwas grösser. Die Kerne enthalten mehrere Nucleolen, welche dunkelgefärbt erscheinen, während die übrige Kernsubstanz gänzlich ungefärbt ist. Die Kerne liegen ziemlich nahe bei einander, häufig sieht man zwei oder drei von ihnen beisammen, wobei sich ihre Contouren an den Berührungsflächen einander anpassen. Mitosen sind in diesen spärlichen Kernanhäufungen niemals vorhanden.

Einzelne der sich auf diese Weise verhaltenden Fasern nun zeigen, während sie an dem einen Ende sich auf die oben geschilderte Art verhalten, nach dem andern hin eine plötzliche enorme Kernvermehrung, welche der weitern Fortsetzung der Faser ein ganz anderes Aussehen verleiht. Schon die etwas chromatinreichere Beschaffenheit der Kerne lenkt das Auge unwillkürlich auf diese Stellen hin und kennzeichnet dieselben als besonders lebhaft am Regenerationsprocess betheiligt. Ebenfalls schon nach 24 Stunden sieht man hier inmitten einer ziemlich hellen, eine leichte Längsstreifung bei aufmerksamer Beobachtung zeigenden, im übrigen ohne jede Spur von Querstreifung oder Trübung überall in ihrer Substanz ganz gleichmässigen Protoplasmamasse helle, grosse, runde, mit deutlichem Contour und mehreren Kernkörperchen versehene Kerne, von denen eine grosse Zahl deutliche karyokinetische Figuren aufweisen. Jeder der Kerne wird von einer Quantität contractiler Substanz in ziemlich deutlicher mehr oder weniger spindelförmiger Begrenzung umgeben. Die Zahl der Kerne ist für

den jedesmaligen Raum eine ausserordentlich grosse; die ganze Ansammlung entspricht in ihrer Form im allgemeinen der Muskelfaser, aus welcher sie hervorgegangen ist. Diese Muskelzellenmasse grenzt sich von der Mutterfaser in deren Längsrichtung nicht scharf ab. Es schiebt sich vielmehr zwischen sie und den noch unveränderten Theil der Muskelfaser eine intermediäre Zone ein, welche offenbar als ihr früheres Entwicklungsstadium anzusehen ist. In dieser Zone sind die Kerne viel zahlreicher als in der unveränderten Faser, sie stimmen in ihrer Grösse und sonstigen Beschaffenheit mit den in der Muskelzellenmasse befindlichen überein. Die contractile Substanz, welche kurz oberhalb der intermediären Schicht deutliche Querstreifung zeigt, verliert dieselbe in ihr, gruppiert sich um die Kerne mit anfangs undeutlichen Grenzen, um schliesslich, und zwar vorwiegend in der Querrichtung sich von der Faser loszuspalten und sich der übrigen Muskelzellenmasse beizugesellen. Diese Abspaltung ist so prägnant und sicher zu konstatieren, dass, ganz abgesehen von allen anderen Verhältnissen, sie allein eine sichere Entscheidung über die Herkunft der in der Protoplasmamasse liegenden Zellen geben würde.

Gussenbauer*) scheint solche Parthieen im Auge gehabt zu haben, wenn er erwähnt, schon vor der 24. Stunde Bildungen begegnet zu sein, „welche den Abbildungen und Beschreibungen der Muskelzellenschläuche vollkommen entsprechen.“ Kraske präcisiert dieselben als Muskelfasern, „welche in ihrer ganzen Ausdehnung von gewucherten und mit einem rundlichen oder spindelförmigen protoplasmatischen Hofe umgebenen Muskelkernen besetzt sind“, und es kann demnach, sind die oben erwähnten Kerne echte Muskelkerne, die Identität dieser Gebilde mit den Muskelzellenschläuchen nicht in Abrede gestellt werden. Eine Verwechslung wäre wohl nur möglich mit gewucherten und in starker Proliferation befindlichen Leukocyten, und man müsste dann annehmen, dass diese entweder in die gesunde Muskelfaser eingedrungen

*) Arch. f. klin. Chirurgie. Bd. 12.

seien und dieselbe zu Degeneration gebracht hätten oder dass sie in die schon in Zerfall begriffene Faser eingedrungen wären. Gegen ersteres spricht Krasker's Versuch: K. brachte ein Stückchen normalen Muskels in die Bauchhöhle eines lebenden Kaninchens und fand die bei der adhaesiven Entzündung ausgetretenen Leukocyten stets zwischen den Fasern, nie innerhalb der Sarkolemmaröhre;*) gegen die zweite Annahme das Verhalten der in Betracht kommenden Muskelfasern, welche oberhalb dieser stark differenzierten Stellen wohl die Zeichen einer progressiven Metamorphose, nicht aber die des Zerfalles tragen, ferner die einigermassen regelmässige Anordnung der protoplasmatischen Umhüllung, endlich der Umstand, dass leukocytäre Figuren entweder ganz fehlten oder doch nur ganz vereinzelt vorhanden waren, während Mitosen, welche für die Muskelkerne charakteristisch sind, sich stets zeigten. Die karyokinetischen Figuren waren hier, besonders in den etwas spätern Zeiten, gegen den dritten bis vierten Tag zu, so massenhaft vorhanden, dass man sie oft genug in Gruppen zu fünf, sechs und mehr in einem kleinen Gesichtsfelde (Hartnack Oc. 3, System No. 8) zu sehen Gelegenheit hatte. Ueberdies ist das Bild, welches die in degenerierende Muskelsubstanz eingedrungenen farblosen Zellen darbieten, bei Anwendung der Flemming'schen Methode überaus charakteristisch und mit dem obigen nicht zu verwechseln. Die kleinern mehr getrübten Leukocyten liegen hier unregelmässig in der Fasersubstanz, welche ein körniges, trübes Ansehen bietet; von einer Differenzierung der contractilen Substanz um sie ist nichts zu sehen, sie liegen meist in grosser Anzahl am Rande, man kann die Abnahme ihrer Menge von diesem her verfolgen und die leukocytären Figuren zeigen sich in grosser Zahl. An eine Wucherung des Perimysium internum ist nicht zu denken, die spindelförmigen, schmalen und langen Elemente dieses Gewebes unterscheiden sich sehr bestimmt von den beschriebenen Kernen. Man hat es hier, davon kann man sich bei längerer

*) l. c.

Untersuchung immer wieder überzeugen, ganz unzweifelhaft mit echten Muskelkernen zu thun und eine grössere Sicherheit in der morphologischen Unterscheidung, als sie durch die angeführten charakteristischen Eigenschaften gegeben wird dürfte man überhaupt schwerlich jemals in der histologischen, Untersuchung gewinnen.

Die Gussenbauer'sche Ansicht von der Zeit, in welcher solche Bildungen auftreten sollen, stimmt mit den Ergebnissen meiner Beobachtungen überein. Auch Kraske statuirt das Vorkommen solcher von G. beschriebener, aus Leukocyten zusammengesetzter Bildungen, unterscheidet sie aber bestimmt von den eigentlichen Muskelzellenschläuchen, welche nach seinen Untersuchungen aus echten Muskelzellen hervorgehen, um diese Zeit indes noch gar nicht vorhanden sind, sondern überhaupt vor dem fünften oder sechsten Tag nicht auftreten. In Betreff ihrer Genese haben meine Beobachtungen dasselbe gelehrt, in Betreff der Zeit ihrer Entwicklung bin ich dagegen zu dem Ergebnis gelangt, dass dieselbe in ihren Anfängen viel weiter zurückliegt, nämlich schon nach 24 Stunden beginnt.

Wie schon oben angeführt wurde, haben die Muskelzellenschläuche in der Lehre von der Regeneration des Muskelgewebes eine grosse Bedeutung gewonnen, und seitdem Waldeyer*) sie unter diesem Namen beschrieb, haben sich alle Autoren mit Form und Deutung dieser Gebilde beschäftigt.

Die Bilder, welche Waldeyer von seinen Muskelzellenschläuchen giebt,**) entsprechen ganz dem, was ich soeben beschrieben habe. W. lässt die Zellen und Kerne, welche sich innerhalb der Schleuche finden, aus echten Muskelelementen durch eine Wucherung und Vermehrung der Kerne entstehen und betont ausdrücklich ihre Herkunft aus dem Inhalte der Sarkolemmaröhre. Er „kann sich des Eindruckes nicht erwehren, als ob der ganze quergestreifte Inhalt sich um die

*) Virch. Arch. Bd. 34.

**) Tafel X. daselbst.

Muskelkerne nach Art von Zellprotoplasma gruppiert habe“ und nimmt an, dass der ganze Faserninhalt dabei in die Zellneubildung aufginge. Diese Anschauungen und die Beschreibungen seiner Muskelzellenschläuche entsprechen ganz den meinigen, nur über das weitere Schicksal und die Bedeutung der Muskelzellenschläuche stimmen meine Ansichten mit den seinen nicht überein, indem W., wie oben gesagt, die neugebildeten Zellen der Degeneration anheimfallen lässt, während ich verfolgen konnte, wie sie in noch näher beschreibender Weise zur Neubildung der Muskelfasern wesentlich beitragen.

O. Weber*) wendet sich bei seiner Betrachtung gegen die Waldeyer'sche Auffassung der Muskelzellenschläuche insbesondere gegen die Degeneration der in denselben enthaltenen Elemente. Er erklärt sich Waldeyer's Ansicht aus der Annahme, dass jener eben die Muskelschläuche in ihren weitern Schicksalen nicht verfolgt habe, dass er angesichts der damals herrschenden Anschauungen über die Bedeutung der Bindegewebszellen für die Neubildungen nicht gewagt habe, die Consequenzen seiner Beobachtungen zu ziehen.

Weber findet die Schläuche schon sehr früh und seine Angabe, dass er schon von dem zweiten Tage ab jungen Muskelzellen begegnet sei, stimmt mit meinen Beobachtungen vollkommen überein. Seine Beschreibung der Muskelzellenschläuche können wir übergehen, sie deckt sich mit der von Waldeyer, er nimmt nun von den Zellen derselben an, dass sie zur Bildung der Muskelzellen beitragen, indem sie aus dem „trächtigen Muskelzellenschlauch“ hervortreten, und dass ein grosser Teil der jungen Muskelfasern aus diesen innerhalb des Sarkolemmaschlauches entstandenen Muskelzellen hervorgeht.

Die Mehrzahl der neuern Autoren entscheidet sich für eine Genese der Muskelzellenschläuche aus dem Muttergewebe, und die Art der Entstehung ist von allen in Uebereinstimmung

*) Virch. Arch. Bd. 39.

beschrieben worden. Das, was ich dem schon Beschriebenen hinzuzufügen habe, ist die Karyokinese in den Muskelzellenschläuchen und das frühe Auftreten derselben, da es mir gelang, ihr Vorkommen bereits 24 Stunden nach der Operation zu konstatieren, während Weber, welcher sie nächst mir am frühestehen beobachtet hat, sie doch erst nach zwei bis drei Tagen auffand. Freilich scheint auch Gussenbauer sie eben so früh gesehen zu haben wie ich, indessen hat er, wie oben ausführlich dargelegt worden ist, sie anders gedeutet.

Was ihre Bedeutung anlangt, so handelt es sich bei ihnen unzweifelhaft um regeneratorische Bildungen: die Form des „Schlauches" ist dabei nebensächlich; ob sich die Zellen einzeln oder ob sie sich in mehr zusammenhängender Masse spalten, ist gleichgültig, die grössere Zahl spricht einzig und allein für eine grössere Lebhaftigkeit des regeneratorischen Processes. Das Sarkolemm der all' diese Veränderungen eingehenden Fasern ist in der ganzen Ausdehnung letzterer mit Einschluss der intermediären Substanz mit völliger Sicherheit nicht zu konstatieren und ich vermag über etwaige Veränderungen, sowie über die Gründe seines Verschwindens nichts anzugeben.

Der Regenerationsprocess wird demnach eingeleitet durch eine Kernverwucherung, mit welcher gewisse Differenzierungen der contractilen Substanz Hand in Hand gehen. Welcher von diesen beiden Vorgängen der primäre sei, ist wohl nicht zu entscheiden: es dürfte diese Frage zusammenfallen mit der nach dem Vorgange bei der normalen zelligen Regeneration. Ob bei dieser die Theilung des Kernes auf das Protoplasma einwirkt, ob eine Decomposition des letztern auf den Kern einen Reiz ausübt, der ihn zur Theilung zwingt, oder ob endlich die vitalen Processe beider coincidieren, dies zu entscheiden, ist gerade die Muskelfaser, welche man doch als einen Zellencomplex ansehen muss, wenig geeignet. Weshalb ferner gerade an gewissen Stellen der Process lebhafter vor sich geht als an andern, auch dies können wir erst beantworten, wenn wir wissen, welche Ursachen in letzter Instanz die Regeneration eines defekten Gewebes bedingen.

Das Resultat des ersten Tages wird bestätigt, wenn man die geätzten Parthieen nach 48 Stunden oder noch etwas später untersucht. Ich kann hier bei der weitern Besprechung absehen von einer Erwähnung der entzündlichen und degenerativen Erscheinungen und will nur im Ganzen noch die Angabe Kraske's bestätigen, dass dieselben von Tag zu Tag geringer werden und z. B. schon am 9. oder 10. Tage gar keine Bedeutung mehr haben, für die Beobachtung der Regenerationsvorgänge kein Hindernis mehr darbieten.

In der Mitte eines jeden Schnittes liegt eine ungeheure Menge von hellen, runden, gänzlich ungefärbten, mit mehreren Kernkörperchen und einer deutlichen Membran versehenen Kernen, welche man sofort als Muskelkerne erkennt. Sie sind meist von einer hellen, ebenfalls ungefärbten, aber nicht transparenten Protoplasmamasse umgeben, und zwar so, dass diese bald eine grosse Anzahl, bald nur wenige oder nur einen Kern umschliesst. Die alten diese Masse umgebenden Muskelfasern zeigen eine deutliche sehr starke Kernvermehrung; die Kerne liegen theils in langen, semmelzeilenförmigen Reihen dicht nebeneinander, theils sind sie in unregelmässigerer Weise über das Innere der Faser verbreitet. Die Fasern zeigen ganz dasselbe Aussehen, wie es für den ersten Tag beschrieben wurde, und es bleibt dieses auch für die Folgezeit bestehen, so dass also eine zur Neubildung Anlass gebende Faser meist in einem Theile ihres Verlaufes eine etwas undeutlichere Querstreifung, eine leichte Differenzierung ihrer contractilen Substanz und eine starke Kernvermehrung zeigt, bis sich dann plötzlich an irgend einer Stelle eine enorme Wucherung der Kerne einstellt und der ganze Faserinhalt in die Muskelzellenmasse aufgeht. Zu dieser Zeit zeigen die Fasern vielfach auch innerhalb ihrer sonst nur wenig veränderten Parthieen überaus deutliche Kerntheilungsfiguren.

In der Muskelzellenmasse haben wir 3 Arten von Gebilden zu unterscheiden, welche zu dem Regenerationsvorgang in enger Beziehung stehen. Zwei von ihnen, die schon oben

erwähnten Muskelzellenschläuche und die unten zu besprechenden bandartigen Platten, stellen dieselbe Stufe in der Entwicklungsreihe dar, während die einzelnen, von einem Protoplasmahofe umgebenen Muskelzellen eine zeitlich auf diese folgende Stufe repräsentieren.

Ich sagte, dass Muskellzellenschläuche und bandartige Platten von derselben regeneratorischen Bedeutung seien, und um dies zu begründen, müssen wir zuerst Aussehen, Vorkommen und Entstehung der letzteren betrachten. Es handelt sich bei diesen Gebilden um lange, bald schmälere, bald breitere, aber nie den Umfang einer Muskelfaser erreichende, an einer Seite meist eine undeutliche Begrenzung zeigende Elemente, welche in einer hellen, opaken und eine leichte Längsstreifung zeigenden Protoplasmamasse eine ungeheure Zahl bald in langen Reihen über- und nebeneinander liegender, bald gruppenweise angeordneter, deutlicher, grosser und charakteristischer Muskelkerne einschliessen. Ihre Formen sind sehr verschieden und zeigen eine grosse Willkür; sie zeigen bald spitze Ausläufer, bald verbreitern sie sich an einer kleinen Stelle kolbenförmig, dann werden sie wieder ausserordentlich schmal und auch ihre Länge wechselt in unregelmässiger Weise; das stets in gleicher Weise vorhandene ist nur die Menge der in ihrem Aussehen ganz gleichen echten Muskelkerne.

Es war unmöglich, dass die zahlreichen Forscher, welche diese Elemente gesehen und als „kernreiche Platten, Muskelplatten, bandförmige Elemente, plaques à plusieurs noyaux“ beschrieben haben, über ihre Identität mit Muskelgewebe zweifelhaft sein konnten, eine Differenz der Meinungen erhob sich nur über ihre Entstehung. Denn während die einen, Waldeyer an der Spitze, sie für zerfallende Primitivbündel im eigentlich-degenerativen Sinne hielten, glaubten andere — Hoffmann — in ihnen schon die neugebildeten jungen Muskelfasern zu erkennen. Waldeyer machte gerade das, was wir heutzutage als das unumgänglich nothwendige und konstant vorhandene bei progressiven Metamorphosen

ansehen, die Kernvermehrung, verantwortlich für die Degeneration, welche er aus der haufenweisen Gruppierung der Kerne und ihrer unregelmässigen Vertheilung folgern wollte.*) Von den Anschauungen der oben erwähnten Forscher, welche der dritten Gruppe angehören, ist wenig zu sagen: sie stimmen alle darin überein, dass es sich bei den Bandplatten um junge, auswachsende Muskelfasern handele. Peremeschko hat schon die Abspaltung der bandartigen Platten von der Mutterfasser beobachtet und er fasst den Vorgang so auf, dass sich die letztern „der Länge nach spalten und an Stelle der einen Faser ein ganzes Bündel neuer tritt"; er hat also den Vorgang der weitern Abspaltung von den Bandplatten nicht gesehen. C. O. Weber lässt sie aus der Proliferation einer einzigen Zelle entstehen und Hoffmann**) fasst sie als durch Zusammenwachsen mehrerer Muskelzellen neugebildete junge Muskelfasern auf. Wir können die gleichen Anschauungen Billroth's***) und Zenker's†) übergehen und uns Kraske zuwenden, welcher die Bandplatten als Theile alter Muskelfasern auffasst, die durch Abspaltung von Muskelzellen und longitudinale Zerklüftung der alten Primitivbündel in ihrer Form verändert sind.

Ich kann diese Ansicht als eine vollkommen richtige bestätigen und noch ergänzend hinzufügen, dass die Abspaltung nicht nur in einzelnen Zellen erfolgt, sondern dass sich auch ganze bandförmige Elemente mit einer Unmenge von Kernen von der Faser trennen, ja dass sich eine Faser oft in zwei, drei und mehr solcher Platten zerlegt, deren einander zugewendete Flächen sich vollkommen entsprechen.

Abgesehen von der direkten Ueberzeugung durch geeignete Präparate — und dieselben sind ausserordentlich leicht zu erlangen — sprechen auch noch andere Umstände für diese Auffassnng. Gehen wir a minori ad maius, so spricht dafür

*) Virch. Arch. Bd. 34.
**) Virch. Arch. Bd. 40.
***) Virch. Arch. Bd. 8.
†) l. c. p. 19.

zunächst die Beschaffenheit ihres Protoplasmas und das Verhalten des Sarkolemm. Das erstere ist von derselben Beschaffenheit, wie dasjenige der Muskelfasern, welche in Proliferation begriffen sind, während die vollständig abgespaltenen und in der Muskelzellenmasse liegenden Muskelzellen eine viel hellere Substanz zeigen; das Sarkolemm ist bei sehr vielen Muskelplatten nicht zu erkennen; man sieht indes bei solchen, die sich zu mehreren von einer Mutterfaser abspalten, wie es an der medialen Seite fehlt, an der lateralen noch vorhanden ist.

Von noch grösserer Bedeutung sind die Verhältnisse des Ortes und der Zeit, welche auch von Kraske angeführt werden. In den meisten Präparaten findet man die aus einzelnen Muskelzellen bestehende Muskelzellenmasse in der Mitte, an beiden Seiten die Muskelfasern, und es ist nun höchst charakteristisch, dass die alten Muskelfasern beiderseits nicht unmittelbar in die Zellenmasse übergehen, sondern dass sich an der Begrenzung gerade diejenigen Fasern finden, welche die Abspaltung der kernreichen Platten zeigen, dass diese selbst hier in bedeutendster Zahl und in bedeutendster Entwicklung vorhanden sind. Durchmustert man das Präparat nach der Mitte zu, so sieht man, wie die Platten immer schmäler werden und schliesslich nur noch ganz vereinzelt und sehr schmal vorhanden sind. Also, wie auch Kraske sagt, sind sie „an den Stellen, wo die Neubildung am weitesten vorgerückt war, nicht zu finden, während sie in den Bezirken, in denen die Wucherung noch nicht so weit gediehen war, immer zu finden sind."

Auch das zeitliche Auftreten der Platten bestätigt diese Auffassung. Die meisten und charakteristischsten derselben waren in denjenigen Präparaten vorhanden, welche ca. den 4.–6. Tag betrafen. Gegen die spätere Zeit zu werden sie immer spärlicher und schmäler und schon am 10. Tage kann man sie nur noch aus ihren Ueberrest erkennen. Gegen die Hoffmann'sche Theorie des Aneinanderlegens mehrerer Muskelzellen spricht schliesslich noch der Umstand, dass karyo-

kinetische Figuren in ihnen stets in grosser Zahl zu finden sind, so dass es mir bei der Erwägung aller dieser Thatsachen unzweifelhaft erscheint, dass meine Auffassung die richtige ist.

Was nun ihre regeneratorische Bedeutung betrifft, so sind die Bandplatten ohne Zweifel ebenso wie die Muskelzellenschläuche die Bildner der Muskelzellenmasse und die Träger der sich in intensiver Theilung befindlichen Kerne. Diese letztern werden werden durch Abspaltung von ihnen frei und zwar meist in longitudinaler Richtung, wie sich aus den Formen der übrigbleibenden noch zusammenhängenden Platten erkennen lässt. Noch bemerken will ich, dass man das Protoplasma derselben um so mehr dem der Muskelzellen ähnlich findet, je längere Zeit verstrichen ist und je schmäler sie sind. Ein Sarkolemm ist zu spätern Zeiten sicherlich nicht mehr vorhanden.

Betreffs des Verhältnisses der bandartigen Platten zu den Muskelzellenschläuchen habe ich schon vorher bemerkt, dass ihre regeneratorische Bedeutung ganz die gleiche ist. Ein Unterschied besteht nur in der Intensität der Neubildung, welche bei den Muskelzellenschläuchen eine grössere ist. Daher zeigen die Bandplatten noch keine so grosse Differenzierung, daher ist ihre Kernvermehrung im Verhältnis zur Protoplasmamasse keine so bedeutende. Bei den Muskelzellenschläuchen ist eben die ganze Zellmasse, wie Waldeyer sagt, schon in der Neubildung aufgegangen, während sie dies bei den Bandplatten erst fernerhin thut. Die Form des Muskelzellenschlauches schliesslich entsteht mehr bei der queren Abspaltung der Kerne, diejenige der Plaques à plusieurs noyaux bei Bildung der semmelzeilenförmigen Kernreihen und longitudinaler Zerklüftung.

Die dritte Stufe des Regenerationsprocesses wird dargestellt durch die Muskelzellenmasse, wie ich sie nennen möchte. Dieselbe nimmt von Beginn der Wucherung immer mehr zu und ihre Zunahme steht im umgekehrten Verhältnis zur Anzahl der noch vorhandenen bandartigen Elemente und Muskelzellenschläuche. Sie besteht aus einer zahllosen Menge von Muskelzellen, welche sich von den obengenannten Bildungen durch Abspaltung getrennt haben. Das Protoplasma der Zellen

ist sehr hell, meist spindelförmig angeordnet, zeigt in vielen Fällen gar keine Differenzierung oder nur eine ganz leichte Längsstreifung und ist an seinen beiden Enden schmaler als der Kern, welchen es einschliesst. Der Kern zeigt eine sehr deutliche Membran, seine Substanz ist gänzlich ungefärbt, enthält mehrere dunkle Nucleolen, seine Form ist eine runde oder ovale, seine Grösse beträgt im Durchschnitt 0,010 mm. Die ganze Muskelzellenmasse sieht man, wenn man den Neubildungsprocess in regelmässigen Intervallen verfolgt, vor seinen Augen entstehen, man sieht, wie aus den Muskelzellenschläuchen und den bandartigen Platten die Muskelzellen sich abspalten und sich der Masse zugesellen. Die Quantität der Muskelzellenmasse nimmt daher mit fortschreitender Zeit immer mehr zu; während sie am 4. Tage die Mitte des Präparates in einer Breite von ca. 8 Faserlagen durchsetzt, nimmt sie gegen den 10.—12. Tag eine Mächtigkeit von vielleicht 100 derselben an, so dass man auf Schnitten von gleicher Länge und Breite zu dieser Zeit nur noch wenige Lagen erhaltener Muskelfasern sieht. Inmitten der Masse sieht man die mannigfachst gestalteten kurzen und schmalen, mit zahlreichen, grossen, dicht aneinander liegenden Kernen und vielfachen Karyokinesen erfüllten kernreichen Platten; gegen die beiden Seiten zu werden dieselben länger und breiter, so dass das Bild dem früher erwähnten conform wird. Eine Begrenzung durch irgend eine Membran ist an diesen durchaus nicht mehr vorhanden; vielfach sieht man, wie sich Muskelzellen von ihnen abtheilen und da diese Trennung meist an einem Ende geschieht, wie sie eine zugespitzte, konische Gestalt annehmen.

In Bezug auf die morphologische Beschaffenheit, das Vorkommen und die Wichtigkeit der Muskelzellen sind alle Beobachter vollkommen einig. Waldeyer beschreibt dieselben sehr genau, er erwähnt ausdrücklich ihre Unterschiede von den kleinern bindegewebigen Elementen, setzt sie indes dennoch auf Rechnung des Bindegewebes, welches die Adventitia der kleinern Gefässe die Nervenscheiden und das sogenannte Perimysium internum bilden. Er stellte sich vor, dass ein und

dasselbe Gewebe einerseits im Stande sei, Narbensubstanz und andererseits Muskelgewebe zu producieren. „Im ersteren Falle, sagt er, geht einerseits die junge, noch eiweissarme und schleimhaltige Intercellularsubstanz in rein leimgebendes Gewebe über, während gleichzeitig die morphologische Differenzierung zu Fibrillen eintritt, andererseits wandeln sich immer mehr Theile des Protoplasma's in Intercellularsubstanz um, so dass die einzelnen Zellen immer schärfer von einander gesondert werden und zugleich sich verkleinern, um schliesslich als die bekannten Bindegewebskörperchen übrig zu bleiben. Bilden sich neue Muskelelemente, so fällt der letzterwähnte Umbildungsprocess fort, die einzelnen Zellen vergrössern sich vielmehr, die Communicationen zwischen ihnen stellen sich immer vollständiger her: gleichzeitig vermehren sich die Kerne und aus einer Reihe miteinander verbundenen Spindelelemente, die nebenbei selbstständig wachsen, bildet sich ein junges Primitivbündel.*) C. O. Weber**) leitet die Muskelzellen zuerst von den wahren, gewucherten Muskelkernen ab, und lässt aus ihnen die neuen Muskelfasern entstehen. Die Verschiedenheit der Auffassungen und die immer noch schwankende Ansicht, ob man es nicht mit Bindegewebszellen zu thun habe, erklärt sich aus dem Umstande, dass man beide Zellarten noch nicht genau und sicher unterscheiden konnte. So sagt der eine — Weber — dass im frühesten Stadium der Entwicklung eine solche Unterscheidung nicht möglich sei,***) während ein anderer — Hoffmann — sie gerade im Anfang für äusserst leicht erklärt.†) Erst Kraske††) betonte mit Nachdruck, dass alle Muskelzellen dem muskulären Muttergewebe entstammen und zu Muskelgewebe werden und dass ein Entstehen derselben aus bindegewebigen Elementen ganz auszuschliessen sei.

---

*) l. c. pag. 506.
**) l. c.
***) Virch. Arch. Bd. 39. p. 241.
†) Virch. Arch. Bd. 40. p. 513.
††) l. c.

Bevor ich auf die Neubildungsvorgänge weiter eingehe, möchte ich noch eine Erscheinung erwähnen, welche vom ersten Tage ab an den sich theilenden Fasern erkennbar ist und die sich später besonders an den in der Muskelzellenmasse vorkommenden Ueberresten der kernreichen Platten ausserordentlich deutlich zeigt, ich meine die Längsstrichelung. Man sieht die einzelnen Fibrillen in diesen Stadien oft deutlich neben einander verlaufen, eine Querstreitung ist dabei selbstverständlich nicht mehr vorhanden, sie verlaufen einander parallel durch die ganze Länge des Bandes, sind zuweilen leicht wellig gebogen und von ausserordentlicher Feinheit. Dass diese Differenzierung des Protoplasmas zu dem Abspaltungsprocess in Beziehung steht, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen; man darf indes nicht annehmen, dass die Abspaltung genau in der Richtung der Längsfibrillen erfolge, so dass also jeder Kern von einer Anzahl parallel verlaufender Fibrillen umgeben sei. Dies ist keineswegs der Fall, vielmehr erfolgt die Abspaltung so, dass an verschiedenen Stellen einer Muskelzelle eine verschieden breite Menge des Protoplasmas liegt, was sich ja schon aus ihrer Spindelform ergiebt. Dass die Längsfaserung ausserdem keine conditio sine qua non für den Theilungsprocess ist, ersieht man aus der queren Abtrennung und der Entstehungsweise der Muskelzellenschläuche, welche meist ohne jede Spur von Längsstrichelung erfolgt. Im weiteren Verlaufe der Neubildung, bei den Muskelzellen, verschwindet dann die Längsstreifung des Protoplasmas zu einer gewissen Zeit vollständig.

Es ist diese Differenzierung der contractilen Substanz sehr streng zu trennen von den fibrilären Spaltbildungen, welche man vielfach in den ersten Tagen hauptsächlich an denjenigen alten Muskelfasern sieht, welche am Schnittende gelegen haben und denen man eine regeneratorische Bedeutung vollständig absprechen muss. In Fasern, welche eine ausgesprochene regeneratorische Bedeutung hatten, habe ich dieselben nie gesehen; sie kamen überhaupt nur an den ersten Tagen an Fasern vor, welche der traumatischen Einwirkung augen-

scheinlich sehr ausgesetzt waren und man muss sie wohl für Produkte einer regressiven Metamorphose ansehen. Die auf diese Weise degenerierten Muskelfasern sahen infolge des Auseinanderweichens der einzelnen Fibrillenzüge sehr hell aus, die einzelnen Fibrillen waren meist ziemlich dick. Kerne sind in ihnen meist noch vorhanden, und in dieser Hinsicht zeigen sie das entgegengesetzte Verhalten wie die oben erwähnten Fasern, bei welchen eine überaus deutliche Querstreifung aber keine Spur von Kernen zu finden war. Wie gesagt, zu der Regeneration stehen sie in gar keiner Beziehung, sie zerfallen meist in kleinere Parthien und ich erwähne dies nur deshalb, weil sie u. a. von Neumann*) als regeneratorische Elemente aufgefasst wurden. Karyokinesen sind natürlich in solchen Fasern nie vorhanden.

Ich glaube nicht, dass die Längsstrichelung und dieser fibrilläre Zerfall nur graduell verschieden seien. Die Aehnlichkeit wird eben nur dadurch hervorgerufen, dass jede Muskelfaser aus denselben Primitivelementen zusammengesetzt ist, und mit demselben Rechte könnte man die körnige Degeneration als zur Neubildung gehörig betrachten, da sie zu der Trübung des Protoplasmas bei dieser etwa in derselben Beziehung steht wie die Längsstrichelung zur fibrillären Spaltung. Wodurch schliesslich einmal eine fibrilläre Degeneration mit Verlust der Querstreifung und noch vorhandenen Kernen, das anderemal die Degeneration mit deutlicher Querstreifung ohne Längsstreifung und totalem Verlust der Kerne hervorgerufen wird, das zu entscheiden bedürfte einer besonderen Untersuchung.

Sieht man von der Herkunft der Kerne, welche sich in der Muskelzellenmasse vorfinden gänzlich ab, so würde man dennoch, wenn man ex abrupto etwa ein Präparat vom 9. Tage in Augenschein nimmt, über ihre Identität mit den echten Muskelkernen schon deshalb keinen Augenblick in

*) Arch. d. Heilkunde. IX.

Zweifel sein, weil ihre karyokinetischen Figuren ganz und gar übereinstimmen.

Das grösste Interesse bei der Betrachtung dieser Elemente beansprucht nun das Verhalten der Mitosen, da diese uns ja über das Wie und Wann der Neubildung wiederum den sichersten Aufschluss geben könnten. Es fragt sich hier, wann treten sie in der Muskelzelle auf, vermehrt sich diese sofort nach ihrer Abspaltung von der Muskelfaser weiter und wenn sie dies thut, giebt sie Anlass zur Bildung neuer Muskelzellen, d. h. spalten sich dann von der einen Muskelzelle noch weitere ab, oder giebt sie direkt Anlass zur Ausbildung einer jungen Faser, indem sich ihre Kerne und ihr Protoplasma vermehren. Mit andern Worten: entsteht die junge Muskelfaser durch Aneinanderlegen einer Menge von Muskelzellen oder durch eine einzige derselben? Ich habe schon oben erwähnt, wie die Ansichten der Autoren in diesem Punkte differieren; leider gestattet hier auch die Karyokinese nicht, bis zur Gewissheit vorzudringen, da die Beobachtungen eine ganz eindeutige Erklärung nicht ermöglichen.

Will man diese Frage verfolgen, so empfiehlt es sich, mit den Beobachtungen nicht vor dem zehnten Tage post injectionem zu beginnen. Zwar steht es sicher fest, dass sich Mitosen schon bedeutend früher in den Muskelzellen finden, indes ist es zu jenen Zeiten schwierig, eine sichere Entscheidung darüber zu treffen, ob man es schon mit einer selbstständig sich vermehrenden Muskelzelle zu thun hat, oder ob die Karyokinese nicht vielmehr auf Rechnung der eben erfolgenden oder erfolgten Abspaltung zu setzen ist: in dieser Periode sind es ja eben die Mitosen der Bandplatten und ihrer Derivate, welche das ganze Feld noch beherrschen.

Ich muss hier nun der Waldeyer'schen Ansicht beipflichten, der beobachtet hat,*) dass die durch ihre regelmässige Anordnung, die Länge ihrer Ausläuter, ihre Uni-

*) Virch. Arch. Bd. 34. p. 503.

formität sich auszeichnenden Zellen in langen Reihen hinter einander liegen und dass ihre Spitzen vielfach in einander übergehen. Man sieht in der That in denjenigen Präparaten, welche dem 25. Tage post injectionem entsprechen, wie sich zwischen den Muskelzellen, die jetzt eine exquisit spindelförmige Gestalt angenommen haben, auf die erwähnte Art eine Communikation herstellt; die Karyokinesen finden sich in diesen langgestreckten Zellen. So bildet sich eine Reihe mit einander verbundener Spindelelemente, welche also wahrscheinlich durch fortgesetzte Theilung einer Muskelzelle entsteht, und man würde sich die Sache so vorzustellen haben, dass eine Muskelzelle sich theilt, dabei mit ihrer Tochterzelle in Verbindung bleibt, eine von diesen beiden sich wiederum theilt, die neu entstehende dritte Muskelzelle auch mit ihren Vorgängern in Connex bleibt u. s. w., bis eine lange Reihe von Spindelelementen hergestellt ist. Häufig liegen mehrere dieser Spindelreihen dicht aneinander und sie drängen dem Beobachter die Annahme auf, dass sie vereint zur Bildung einer Muskelfaser eintreten. Ein sicheres, direkt beweisendes Bild hierfür liess sich nicht gewinnen, und diese Annahme bleibt eine Hypothese, für welche nur noch die grosse Anzahl der vorhandenen Spindelreihen anzuführen wäre.

Kraske erwähnt von diesem Verhalten nichts; er beschreibt die jungen Muskelspindeln und sagt bezüglich ihrer Genese nur, dass „er es nach seinen Beobachtungen als feststehend betrachten müsste, dass jede einzelne Spindel zu einer Muskelfaser auswächst.“ *)

Die gröberen Verhältnisse bei dem weitern Verlaufe der Regeneration sind von jetzt ab ziemlich einfache: das Aneinanderlegen der Muskelspindeln wird immer häufiger, allmählig weder die einzelnen Zellen und die zwischen ihnen befindlichen Brücken breiter, Ende der 4. Woche macht sich eine leichte Querstreifung bemerkbar, das ganze Gebilde nimmt immer mehr die Form einer Muskelfaser an, bekommt zu

*) l. c. pag. 27.

derselben Zeit, in welcher die Querstreifung auftritt, ein Sarkolemm und ist dann morphologisch einer Muskelfaser gänzlich gleichwerthig. Die Kerne, welche bei der Muskelspindel und der ersten weitern Entwicklung in der Mitte der Zelle lagen, nehmen, jemehr die Muskelfaser auswächst, eine immer mehr wandständige Stellung ein, sie rücken an die verschiedensten Stellen der Peripherie: innerhalb der Faser finden sich zu diesen Zeiten keine Kerntheilungen.

Dies die gröberen Vorgänge. Die Entstehung der Querstreifung und des Sarkolemm konnten nicht in ihre feineren Verhältnisse hinein verfolgt werden, ohne dass hypothetische Spekulationen hätten untergelegt werden müssen. Die positiven Resultate, welche sich aus den angestellten Betrachtungen ergeben, sind nun folgende:

I. Die Regeneration des Muskelgewebes geht einzig und allein von Muskelgewebe aus.

II. Die grosse Proliferationsfähigkeit des Muskelgewebes wird durch das zahlreiche Vorkommen karyokinetischer Figuren in den bei der Regeneration betheiligten muskulären Elementen bewiesen.

III. Die Regeneration beginnt mit einer starken Kernvermehrung und einer Abspaltung der mit einem Protoplasmahofe umgebenen Kerne von der Faser. Hierdurch entstehen die in Bezug auf ihre regeneratorische Bedeutung gleichwerthigen Muskelzellenschläuche und Bandplatten.

IV. Die Muskelzellenschläuche treten schon 24 Stunden nach dem Eingriffe in dem sich neubildenden Gewebe auf; sie entstehen durch quere Abspaltung der Muskelzellen von der Mutterfaser.

V. Die Ausbildung einer Bandplatte erfordert einen längern Zeitraum, etwa 3 Tage. Die Plaques à plusieurs noyaux entstehen durch Abspaltung in der Längsrichtung aus den alten Fasern.

VI. Die Muskelzellen sind die Bildner der jungen Muskelfasern; in ihnen ist der regeneratorische Process am lebhaftesten.

VII. Es ist als wahrscheinlich zu betrachten, dass die jungen Muskelfasern aus mehreren Spindelreihen entstehen, deren je eine aus einer Muskelspindel hervorgegangen ist.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Ackermann für die freundliche Unterstützung, welche er mir bei der Anfertigung dieser Arbeit in jeder Weise zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Leonhard Leven, Sohn des Kaufmanns J. Leven zu Crefeld, wurde am 2. September 1863 in Crefeld geboren. Meine Schulbildung genoss ich theils auf dem Realgymnasium meiner Vaterstadt, welches ich bis zur Tertia besuchte, theils auf dem Gymnasium derselben, das ich Ostern 1883 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Darauf bezog ich, um mich dem Studium der Medicin zu widmen die Universitäten zu Heidelberg, Würzburg, Bonn und Halle, auf welch letzterer ich im Februar 1885 das Tentamen physicum absolvierte.

Aufrichtigen Dank schulde ich dem Herrn Geh.- Med.-Rath Prof. Dr. Ackermann, durch dessen Güte ich vom 15. Oktober 1886 bis zum 15. Februar 1887 die Stelle eines Volontairs an dem hiesigen pathol. anatomischen Institute bekleidete. Während meiner Studienzeit hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Docenten:

In Heidelberg:

Quincke, Pfitzner, v. Bunsen;

In Würzburg:

v. Köllicker, Fick;

In Bonn:

Binz, Köster, Finkler;

In Halle:

Ackermann, Bernstein, Bunge Eberth, Graefe, Harnack, Hitzig, Leser, Oberst, Olshausen, Pott, Solger, Volhard, von Volkmann, Weber, Welcker.

Allen diesen Herren fühle ich mich zu grossem Danke verflichtet.

Thesen.

I.

Die „Bandplatten“ sind als die Ueberreste alter, nicht als junge, auswachsende Muskelfasern anzusehen.

II.

Die leukocytären Figuren Arnold's sind als Kerntheilungsfiguren der Lymphkörperchen anzusehen.

III.

Bei drohender sympathischer Ophtalmie ist die Exenteratio bulbi allen andern Operationsmethoden vorzuziehen.